

## 2. PET/MR

### ——本邦初の臨床用装置の使用経験と 将来展望

久保 均 福島県立医科大学先端臨床研究センター

臨床においては、さまざまなイメージングモダリティが活用されている。これはマルチモーダルイメージングと呼ばれるが、一人の被検者をさまざまなイメージング装置で順次検査する場合と、複数のイメージングモダリティが組み合わされた装置(複合機)で一度に検査する場合がある。臨床に供与されている複合機にはIVR-CT装置、PET/CT装置あるいはSPECT/CT装置などがあり、互いの利点を組み合わせた装置として普及している。これらの流れの中で、PET装置とMR装置を組み合わせたPET/MR装置が開発され、臨床での使用が開始された。本学に本邦初の臨床用PET/MR装置が導入されて、2年ほどになろうとしている。この間に得た経験を基に、本稿ではPET/MRの現状と将来展望について述べてみたい。なお、本デバイスについてはMR-PETやMR/PETなど、さまざまな呼称があり、現状はまだまだ一定していない状況であるが、本稿では世界的にコンセンサスを得つつあると思われるPET/MRという呼称で統一する。

#### PET/MR装置の構造

PET/MR装置には、①同じスキャンルームにPET装置とMR装置を置き、それらを1つの寝台で共用する、②MR装置のガントリ内にPETの検出系だけを挿入する、および③MR装置の中に完全にPET検出系を組み込んだ統合型、の方式の3つが存在する<sup>1, 2)</sup>。①は、現在のPET装置およびMR装置の技術をそのまま使用でき性能を落とすことなく

設置することが可能であるが、互いに影響が出ないように非常に広いスペースが必要、かつPETとMRを同時収集することができない。②は、MRの静磁場に対応するPET検出系が必要であり、MRとPETの同時収集は可能であるが、MRとPETのコンソールが統合化していない。③は、MRとPET技術を完全に統合したものであり、コンソールおよびソフトウェアも一体である。また、MRとPETの同時収集も可能である。臨床機としては、①と③の方式があり、本稿執筆時点で①の方式は九州大学に、③の方式が本学に設置されている(図1)。本稿では、主に③方式の装置について述べる。

#### MRとPETを併用するための技術開発

MRとPETの検出系を同位置に配置する場合、双方からの影響を排除する必要がある。PETに対してはMRの静磁場、RFや傾斜磁場からの電磁氣的干渉が考えられ、MRに対しては静磁場均一性の

維持、PET電子装置からの電磁放射の影響、渦電流や磁化率アーチファクトなどが考えられる。また、全体的な問題としては配置空間、温度や振動などの環境、PETデータに対しての減弱補正などが挙げられる。

PET検出系で重要な役割を果たす光電子増倍管は、磁場の影響を大きく受けるため、そのままではMRと併用できなかった。そこで、現装置ではアバランシェ・フォトダイオードというコンパクトで、強磁場下でも動作可能な半導体光素子が採用されている。また、近年では、シリコンフォトマルを用いた開発もなされており、高い時間分解能を利用した画質向上が期待されている。

#### PET定量性維持に関する諸問題

PET/MRで問題になるのは、減弱補正である。PET/CTでは、CT画像がX線吸収マップそのものであることを利用し、エネルギー変換により補正マップ



図1 本学に導入された同時収集型PET/MR装置「Biograph mMR」(シーメンス社製)